

# Предисловие

Со времени написания первого издания книги в 1986 году в мире разработки компиляторов произошли значительные изменения. Языки программирования эволюционировали и перед разработчиками возникли новые проблемы. Архитектура компьютеров предлагает массу различных вычислительных ресурсов, которые для получения наивысших результатов должен использовать разработчик компилятора. Пожалуй, наиболее интересно то, что методы оптимизации кода нашли применение не только в компиляторах. В настоящее время они используются в инструментарии для поиска ошибок в программном обеспечении и, что особенно важно, при проверке безопасности существующего кода. Большинство других методов — грамматика, регулярные выражения, синтаксические анализаторы и синтаксически управляемые трансляторы — также широко используются не только при разработке компиляторов.

Таким образом, наш подход остался тем же, что и в предыдущих версиях книги. Мы отдаем себе отчет в том, что лишь малая доля наших читателей будет заниматься разработкой или хотя бы поддержкой компилятора для какого-то из основных языков программирования. Однако модели, теория и алгоритмы, связанные с компиляторами, могут применяться для решения широкого диапазона задач проектирования и разработки программного обеспечения. Таким образом, мы уделяем особое внимание задачам, которые обычно встречаются при разработке языковых процессоров, независимо от исходного языка или целевой машины.

## Использование данной книги

Требуется примерно два семестра, чтобы охватить весь (или, по крайней мере, большую часть) материал данной книги. Обычно первая половина книги служит предметом изучения студентов на первых курсах, в то время как вторая, посвященная оптимизации кода, изучается на старших курсах.

Вот краткое содержание глав книги.

В главе 1 содержится, в основном, мотивационный материал, и при этом раскрываются некоторые базовые вопросы архитектуры компьютера и принципов языков программирования.

В главе 2 разрабатывается миниатюрный компилятор и вводится множество новых концепций, которые будут затем детально рассмотрены в последующих главах. Сам компилятор вы найдете в приложении А.

Глава 3 посвящена лексическому анализу, регулярным выражениям, конечным автоматам и инструментарию для создания сканеров входного потока. Материал этой главы может быть широко использован при разработке текстовых редакторов.

В главе 4 приведены различные методы синтаксического анализа, нисходящие (рекурсивного спуска, LL) и восходящие (LR и его варианты).

В главе 5 вы познакомитесь с принципиальными идеями синтаксически управляемых определений и трансляции.

В главе 6 показано, как теория из главы 5 применяется для генерации промежуточного кода в типичном языке программирования.

В главе 7 обсуждаются вопросы сред времени выполнения, в частности управление стеком и сборка мусора.

Глава 8 посвящена генерации объектного кода. В ней рассматриваются построение базовых блоков, генерация кода из выражений и базовых блоков и методы распределения регистров.

Глава 9 служит введением в методы оптимизации кода, включая потоковые графы, структуры потоков данных и итеративные алгоритмы для их разрешения.

В главе 10 рассматривается оптимизация на уровне команд. Основной упор делается на поиск возможностей параллельного вычисления в небольших последовательностях команд и их диспетчеризация для процессоров, способных выполнять несколько команд одновременно.

Глава 11 посвящена поиску крупномасштабной параллельности вычислений и ее использованию. Здесь упор делается на числовой код, который содержит связанные циклы, работающие с многомерными массивами.

В главе 12 речь идет о межпроцедурном анализе: анализе указателей, использовании псевдонимов и анализе потоков данных, которые принимают во внимание последовательность вызовов процедур, достигающих данной точки кода.

Материал данной книги изучался в нескольких университетах — Колумбии, Гарварде и Стенфорде. В Колумбии в учебных курсах для первокурсников по языкам программирования и трансляторам регулярно использовался материал глав 1–8. Основным заданием данного курса являлось написание курсовой работы, выполняющейся небольшими группами студентов и состоящей в реализации небольшого языка программирования, спроектированного ими самостоятельно. Разработанные таким образом языки ориентированы на применение в различных областях, включая квантовые вычисления, генерацию музыки, компьютерную графику, игры, операции с матрицами и многое другое. В своей работе студенты использовали генераторы компонентов компиляторов, такие как ANTLR, Lex и Yacc, и методы синтаксически управляемой трансляции, рассматривающиеся в главах 2 и 5. Курс для старшекурсников основывался на материале глав 9–12, и основ-

ной упор делался на генерацию кода и оптимизацию для современных машин, включая сетевую и многопроцессорную архитектуры.

В Стенфорде краткий вводный курс охватывал материал приблизительно глав 1–8, хотя в нем было и введение в вопросы глобальной оптимизации, основанное на материале главы 9. Второй курс, посвященный компиляторам, охватывал главы 9–12, а также материал по сборке мусора из главы 7. Студенты использовали местную систему `Joeq` на основе Java для реализации алгоритмов анализа потоков данных.

## Необходимые требования

Читатель должен владеть определенными знаниями в области информатики, включая, по меньшей мере, курс по программированию и курсы по структурам данных и дискретной математике. Полезно также знать несколько различных языков программирования.

## Упражнения

Практически в каждом разделе книги содержится большое количество упражнений. Более сложные упражнения отмечены одним восклицательным знаком, а самые сложные — двумя.

## Поддержка в Интернете

Начальная страница книги находится по адресу

`dragonbook.stanford.edu`

Здесь вы можете найти список обнаруженных ошибок и исправлений (<http://www-db.stanford.edu/~ullman/dragon/errata.html>) и дополнительные материалы к книге. Мы надеемся сделать общедоступной информацию по всем курсам, посвященным компиляторам, которые мы ведем, включая домашние задания, решения задач и экзаменационные вопросы. Мы также планируем сделать доступной информацию о важных компиляторах, предоставленную их разработчиками.

## Благодарности

Благодарим дизайнера обложки — С.Д. Ульман (S.D. Ullman) из *Strange Tonic Productions*.

Джон Бентли (Jon Bentley) основательно помог своими комментариями ряда глав книги, когда она находилась еще на стадии черновика.

Полезные комментарии и исправления ошибок были сделаны следующими людьми.

Доменико Бьянкулли (Domenico Bianculli), Питер Бош (Peter Bosch), Марцио Басс (Marcio Buss), Марк Идди (Marc Eaddy), Стефен Эдвардс (Stephen Edwards), Вибхав Гарг (Vibhav Garg), Ким Хазельвуд (Kim Hazelwood), Гурав Кц (Gaurav Kc), Вей Ли (Wei Li), Майк Смит (Mike Smith), Арт Стамнесс (Art Stamness), Криста Свор (Krysta Svore), Оливер Тардью (Olivier Tardieu) и Джия Зенг (Jia Zeng).

Мы благодарим всех их за помощь. Все оставшиеся в книге ошибки остаются на нашей совести.

Кроме того, Моника благодарит своих коллег по работе над компилятором SUIF за 18-летнее обучение. Это Джеральд Айнер (Gerald Aigner), Дзинтарс Авотс (Dzintars Avots), Саман Амарасингх (Saman Amarasinghe), Дженнифер Андерсон (Jennifer Anderson), Майкл Карбин (Michael Carbin), Джеральд Чинг (Gerald Cheong), Амер Диван (Amer Diwan), Роберт Френч (Robert French), Анвар Гулом (Anwar Ghuloum), Мери Холл (Mary Hall), Джон Хеннесси (John Hennessy), Дэвид Гейне (David Heine), Ших-Вей Лао (Shih-Wei Liao), Ами Лим (Amy Lim), Бенджамин Лившиц (Benjamin Livshits), Майкл Мартин (Michael Martin), Дроп Майдан (Drog Maydan), Тодд Моури (Todd Mowry), Брайан Мерфи (Brian Murphy), Джеффри Оплингер (Jeffrey Oplinger), Карен Пипер (Karen Pieper), Мартин Ринард (Martin Rinard), Олатунджи Рувасе (Olatunji Ruwase), Константине Сапунцакис (Constantine Sapuntzakis), Патрик Сатьянатан (Patrick Sathyanathan), Майкл Смит (Michael Smith), Стивен Тжианг (Steven Tjiang), Чау-Вен Ценг (Chau-Wen Tseng), Кристофер Анкель (Christopher Unkel), Джон Воли (John Whaley), Роберт Вильсон (Robert Wilson), Кристофер Вильсон (Christopher Wilson) и Майкл Вольф (Michael Wolf).

A. V. A., Чатмен, Нью-Джерси  
M. S. L., Менло-Парк, Калифорния  
R. S., Фар-Хиллс, Нью-Джерси  
J. D. U., Стенфорд, Калифорния  
Июнь, 2006